



Pengembangan Alat Kempa Panas (Hot Press) Penekanan Dongkrak Hidrolik untuk Pembuatan Papan Komposit ukuran 25 cm x 25 cm

Junaidi

Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang
junaidisyampoltek@gmail.com

Abstract

Human needs with wood continue to increase along with the increasing population, on the other hand Indonesia has a very large supply of wood. One way to overcome this is by substituting the use of wood from composite board products from wood or non-wood waste materials such as sawdust, coconut fiber, OPEFB fiber, bamboo fiber, bagasse and others. Composite board manufacturing technology is strongly influenced by the temperature, time and pressure contained in the hot press, either the system works manually or mechanically. The use of a hot press machine has so far been simple using an electric heating element from an iron element. For an area of 40 cm x 40 cm board molding required 2 iron elements, the heat generated is not optimal (up to 1200 C), to heat the board to 1500 C the heating element often breaks / burns, this is certainly less efficient. Stripe heater type electric heating element is a flat plate heating element (Hot Plate) which can be used to heat a flat surface on pressing lignocellulosic material. The purpose of this research is to engineer and design and manufacture small scale heat press for 40 cm x 40 cm mold size, to test hot press and to test the physical and mechanical properties of composite boards. From the results of the manufacture of hot pressing tools obtained tool size 100 cm x 60 cm using iron profile u size 12 cm x 6 cm x 6 cm with a thickness of 0.4 cm. The pressure unit consists of a base plate measuring 40 cm x 40 cm x 1.5 cm, a pressure plate measuring 40 cm x 40 cm x 0.8 cm, a heating element measuring 40 cm x 40 cm x 0.5 cm using a power of 1.5 Kw each one. The suppressor component uses a hydraulic jack with a pressure of 50 tons. The heating element circuit is contained in the electrical panel box consisting of MCB, sign lights, thermocouple, amperemeter, and electrical wires. From the results of the heat test on the surface of the pressure plate obtained heat spread evenly on the entire surface of the plate and the pressure applied to the pressure plate is able to withstand the pressure from the hydraulic jack with a flat surface shape.

Keywords: Hot press, Composite boards, Heating element, Strip heater

Abstrak

Kebutuhan manusia dengan kayu terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, di sisi lain Indonesia kekurangan pasokan kayu yang sangat besar. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan menyubsitisi penggunaan kayu dari produk papan komposit dari bahan sisa kayu atau non kayu seperti, serbuk gergaji, serat sabut kelapa, serat TKKS, serat bambu, ampas tebu dan lain-lain. Teknologi pembuatan papan komposit sangat dipengaruhi oleh suhu, waktu dan tekanan yang terdapat pada alat kempa panas, baik sistem kerjanya secara manual atau mekanis. Penggunaan alat kempa panas selama ini masih sederhana menggunakan elemen pemanas listrik dari elemen setrika. Untuk ukuran luas cetakan papan 40 cm x 40 cm dibutuhkan 2 elemen setrika, panas yang dihasilkan tidak maksimal (sampai 1200⁰ C), untuk memanaskan papan sampai suhu 1500⁰ C elemen pemanas sering putus / terbakar, hal ini tentu kurang efisien. Elemen pemanas listrik jenis *Stripe heater* merupakan elemen pemanas plat datar (*hotPlate*) yang dapat digunakan untuk memanaskan permukaan datar pada pengepresan bahan berlignoselulosa. Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan dengan merancang dan membuat alat kempa panas skala kecil untuk ukuran cetakan 40 cm x 40 cm, melakukan pengujian terhadap alat kempa panas dan melakukan pengujian sifat fisik dan mekanis papan komposit. Dari hasil pembuatan alat kempa panas didapatkan ukuran alat 100 cm x 60 cm menggunakan besi profil U ukuran 12 cm x 6 cm x 6 cm dengan tebal 0,4 cm. Unit penekan terdiri dari Plat dasar berukuran 40 cm x 40 cm x 1,5 cm, plat tekan berukuran 40 cm x 40 cm x 0.8 cm, elemen pemanas berukuran 40 cm x 40 cm x 0,5 cm menggunakan daya 1,5 Kw masing-masingnya. Komponen penekan menggunakan dongkrak hidrolik dengan tekanan 50 ton. Rangkaian elemen pemanas terdapat pada kotak panel listrik yang terdiri dari MCB, lampu tanda, thermocouple, ampermeter, dan kabel-kabel kelistrikan. Dari hasil pengujian panas pada permukaan plat tekan didapatkan

panas menyebar secara merata pada seluruh permukaan plat dan tekan yang diberikan pada plat tekan mampu menahan tekanan dari dongkrak hidrolik dengan bentuk permukaan yang rata.

Kata kunci: Kempa panas, Papan komposit, Elemen pemanas, Strip heater

1. Pendahuluan

Kebutuhan manusia akan kayu terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Kebutuhan industri perkayuan Indonesia pada tahun 2007 mencapai 55 juta m³, sedangkan produksi kayu bulat pada tahun yang sama hanya sebesar 31,5 juta m³ (Dephut 2008). Kekurangan pasokan yang besar tersebut perlu segera diantisipasi karena dapat membahayakan kelestarian hutan di satu sisi dan kelanjutan industri perkayuan di sisi lain. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan menyubsitisi penggunaan kayu dari produk papan komposit dari bahan-bahan sisa kayu atau non kayu seperti: serbuk gergaji, serat sabut kelapa, serat TKS, bamboo, ampas tebu dan serat kayu berkerapatan rendah (Maloney, 1993).

Papan komposit terdiri dari matrik (pengikat) dan penguat (reinforcet) dan bahan tambahan lainnya. Penggabungan beberapa material tersebut menjadi material baru dengan sifat yang lebih baik dari material pembentuknya dipengaruhi oleh factor suhu, waktu, dan tekanan pengempaan (Anonim, 2001). Untuk itu penggunaan alat kempa panas (hot press) yang digunakan untuk membuat papan komposit harus memenuhi ketiga faktor tersebut. Penggunaan alat kempa panas sederhana menggunakan elemen pemanas listrik dari elemen setrika. Untuk ukuran luas cetakan papan 40 cm x 40 cm dibutuhkan 2 elemen setrika, panas yang dihasilkan tidak maksimal (sampai 120 °C), untuk memanaskan papan sampai suhu 150 °C elemen pemanas sering putus / terbakar, hal ini tentu kurang efisien. Elemen pemanas listrik jenis *Stripe heater* merupakan elemen pemanas plat datar (*hot plate*) yang dapat digunakan untuk memanaskan permukaan datar pada pengepresan bahan berlignoselulosa. Untuk itu perlu dirancang, dibuat dan diuji kinerjanya alat kempa panas skala kecil minimal untuk ukuran cetakan 40 cm x 40 cm untuk ukuran papan komposit 25 cm x 25 cm, sebagai penunjang dalam mendapatkan sifat fisik dan mekanis papan komposit sebelum dibuat dalam skala komersil.

Dalam penelitian ini suhu panas alat akan ditingkatkan, komponen penekan semurah mungkin tetapi kemampuan penekanan tinggi. Elemen pemanas yang digunakan dengan daya tidak terlalu besar tetapi suhu yang dihasilkan tinggi dan waktu awal pemanasan lebih cepat. Disamping itu rangka yang digunakan kokoh dan mudah dibongkar pasang.

Tujuan dari penelitian ini adalah merekayasa dengan merancang dan membuat alat kempa panas skala kecil untuk ukuran cetakan 40 cm x 40 cm, melakukan pengujian terhadap alat kempa panas dan melakukan pengujian sifat fisik dan mekanis papan komposit.

2. Metode Penelitian

Tempat dan waktu penelitian

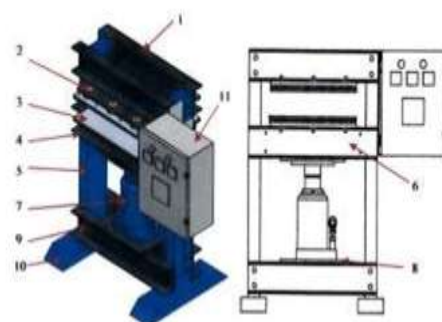
Penelitian dilaksanakan selama 8 bulan. Pembuatan gambar teknik, pembuatan alat kempa panas dan pengujian dilakukan di bengkel Mesin Politeknik Negeri Padang.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat alat kempa panas adalah plat lembaran 15 mm, plat U 12 cm x 6 cm x 0,4 cm, 2 buah elemen pemanas listrik jenis *Strip heater* merupakan elemen pemanas plat datar (*hot plate*), dongkrak hidrolik 50 ton, rangkaian pemanas, termokopel, baut-baut, dan komponen penahan panas dan tekanan. Sedangkan alat-alat yang dipakai untuk pembuatan alat kempa panas ini adalah mesin potong, mesin bubut, mesin milling, mesin gerinda surface, mesin gerinda silindris, mesin bending, mesin las, gergaji, kunci pas, dan beberapa alat ukur. Alat untuk melakukan pengujian adalah termometer digital, stopwatch, jangka sorong, dan bahan baku papan komposit.

Perancangan dan Pembuatan Prototype.

Perancangan dan Pembuatan alat kempa panas ini dilakukan di bengkel mesin Politeknik Negeri Padang. Dengan alat ini papan komposit yang akan dikempa berukuran panjang 35 cm lebar 35 cm dan tebal 1 cm, dan untuk ukuran standar yang dihasilkan setelah dicetak yaitu 30 cm x 30 cm x 1 cm. Untuk itu disisakan masing-masing panjang dan lebarnya 5 cm, Berdasarkan panjang dan lebar papan komposit yang akan dikempa maka plat tekan atas dan plat tekan bawah berukuran 40 x 40 (cm²). Ukuran pelat atas berukuran sama dengan pelat bawah yaitu 40 cm x 35 cm. Penekanan dilakukan oleh pelat bagian bawah yang dapat bergerak naik turun akibat dorongan dari poros dongkrak. Bentuk alat kempa panas seperti Gambar 1.

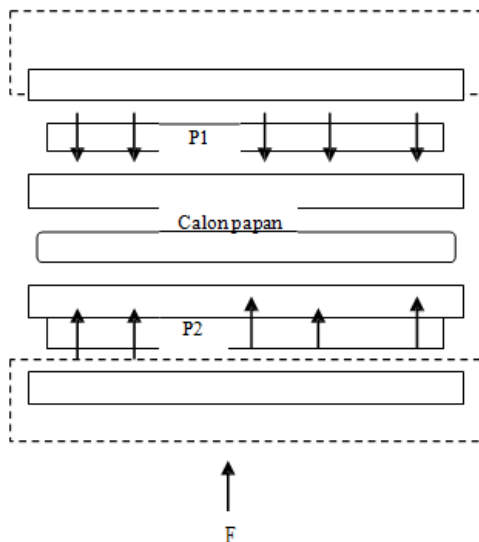


Gambar 1. Desain Alat Kempa Panas

Keterangan	
1 Rangka atas	7 Dongkrak
2 Isolator (Papan Novotek)	8 Plat landasan dongkrak
3 Plat tekan (Atas bawah)	9 Dudukan dongkrak
4 Plat dasar (Atas bawah)	10 Penahan rangka
5 Tiang (Rangka samping)	11 Kotak panel
6 Dudukan penekan bawah	

Alat kempa panas papan komposit ini memiliki dua komponen utama, yaitu komponen pengepres dan komponen pemanas. Komponen pengepres yaitu berupa dongkrak hidrolik, plat dasar (atas dan bawah). Komponen pemanas yaitu berupa elemen kelistrikan yang dipasang di dalam plat tekan atas dan plat tekan bawah. Prinsip dasar dari alat kempa panas ini (Gambar 2) adalah melakukan pengepresan dan memanaskan serbuk kayu dengan ketentuan temperatur tertentu dengan suplai panas berasal dari arus listrik. Pengepresan dilakukan secara manual dengan menggunakan dongkrak hidrolik untuk mendorong plat bawah bergerak ke atas yang berfungsi untuk memadatkan serbuk kayu hingga menyentuh permukaan plat tekan atas. Di dalam masing-masing plat tekan satu buah elemen pemanas yang dialiri arus listrik yang berfungsi untuk merambatkan panas ke permukaan plat.

Pengepresan bertujuan untuk memadatkan serpihan-serpihan kayu sehingga menjadi bentuk yang solid dan memiliki jarak ketebalan tertentu. Sedangkan, pemanasan bertujuan untuk memanaskan perekat, sehingga perekat akan bergerak kesegala arah secara merata dan akan menyatukan serbuk kayu hingga mengeras.



Gambar 2. Prinsip kerja Alat Kempa panas

Keterangan : F = Gaya tekan

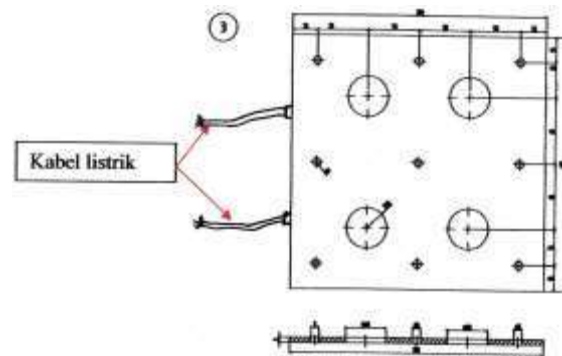
--- = Arus listrik

P1 = Plat atas

P2 = Plat bawah

Ukuran hasil papan komposit adalah 30 cm x 30 cm x 1 cm, adalah ukuran dalam skala labor yang nantinya untuk diuji sifat fisik dan mekaniknya. Dengan ukuran papan komposit skala labor ini maka dongkrak yang akan digunakan 1 buah dengan kemampuan tekan sebesar 50 ton. Elemen pemanas listrik jenis *Stripe heater* merupakan elemen pemanas plat datar (*hot plate*) yang dapat

digunakan untuk memanaskan permukaan datar pada pengepresan bahan berlignoselulosa. Masing-masing elemen menghasilkan daya ± 750 wat, sehingga daya keseluruhan dari alat kempa adalah ± 1.500 wat. Bentuk elemen pemanas yang digunakan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Susunan elemen pemanas.

Posisi dari elemen pemanas diletakkan pada permukaan belakang dari plat tekan bawah dan permukaan atas plat tekan atas. Untuk mengukur panas yang terjadi pada plat tekan, kawat termokopel diletakkan ditengah sisitebal plat tekan bawah, dan termokopel dihubungkan dengan rangkaian control elemen pemanas. Rangkaian elemen pemanas berada dalam kotak panel listrik. Pada kotak panel ada 2 buah tombol otomatis dengan warna merah dan hijau dan satu tombol penyetel suhu yang kita inginkan. Bila tombol penyetel suhu kita putar pada suhu 100°C , maka tombol merah akan menyala, dan tombol merah akan padam jika suhu telah mencapai 100°C dan saat itu juga tombol hijau menyala. Ini berjalan secara otomatis. Analisa yang dilakukan terhadap alat adalah: kecepatan rambatan panas dan kemampuan daya tekan.

Pembuatan Sample Papan Komposit

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah serat TKKS dari hasil penguraian dengan mesin pengurai serat (*defibrator*) yang sudah dibersihkan dan dipisahkan dari gabusnya, dan bahan perekat dari gambir. Bahan perekat gambir yang digunakan diambil dari gambir kualitas super dan untuk pengaturan pH menggunakan NaOH 50%. Sebagai hardener digunakan paraformaldehida 10%. Pencampuran serat TKKS dan perekat Gambir dilakukan secara manual. Papan yang dibuat berukuran 35 cm x 35 cm dengan tebal 1 cm serta kerapatan sasaran $0,70 \text{ g/cm}^3$. Pada saat pembentukan lembaran bahan pelapis diletakkan pada bagian muka dan belakang papan komposit. Selanjutnya dilakukan pengempaan panas pada suhu 160°C selama 20 menit. Papan kemudian dikondisikan selama 1 minggu sebelum dipotong menjadi contoh uji, kemudian dilakukan pengujian papan secara fisis dan mekanis.

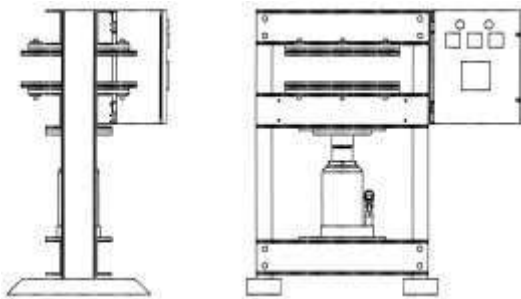
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Rancangan Alat Kempa Panas

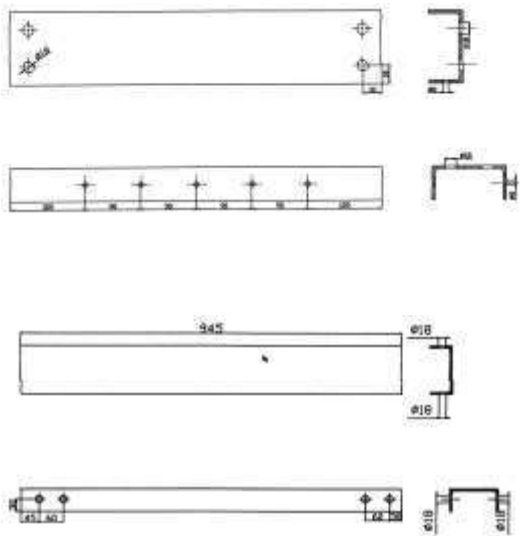
Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebuah disain dan prototype dari sebuah Alat Kempa Panas (hot press) pembuat papan komposit. Disain dituangkan dalam bentuk Gambar Teknik berikut ini, yang terdiri dari:

- Desain Alat Kempa Panas pembuat papan komposit secara keseluruhan (Gambar 4).
- Desain Komponen-komponen rangka Alat Kempa Panas (gambar 5)
- Desain Komponen Pelat dasar dan tekan bagian atas dan bagian bawah (Gambar 6).

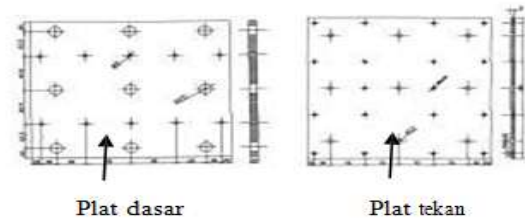
Material yang diperlukan dalam pembuatan komponen-komponen alat kempa panas papan komposit hampir semuanya dari baja karbon (ST 37). Dan komponen-komponen yang dibeli (tersedia dipasaran) adalah elemen pemanas, rangkaian control pemanas, baut-baut, dongkrak hidrolik, besi U 12 cm x 5,5 cm x 0,6 cm untuk rangka. bagian penyangga atas, penyangga bawah, tiang dan kaki-kaki.



Gambar 4. Alat Kempa panas



Gambar 6. Komponen rangka (Tiang)



Daya listrik yang dihasilkan dari 2 elemen pemanas jenis hot plate dengan daya masing-masingnya 750 watt. Rangka yang dihasilkan dengan ukuran tinggi 100 cm dan lebar 60 cm. Pada rangka terdapat bagian-bagian pendukungnya antara lain. Rangka atas, adalah tempat dimana plat atas dibautkan, landasan dongkrak adalah tempat atau dudukan dongkrak, badan rangka sebagai penyokong agar rangka stabil dan terhubung dengan bagian-bagian lain, kaki rangka, bagian terbawah sebagai pijakan rangka, dudukan panel adalah dudukan panel kontrol listrik.

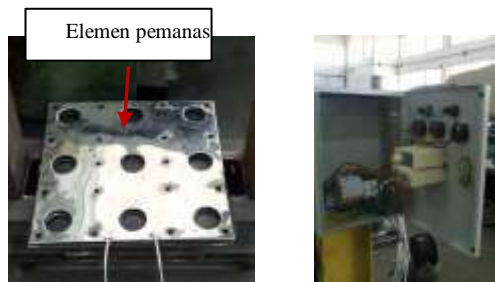
Plat atas dan bawah berukuran 40 cm x 35 cm x 1,5 cm, dan plat tekan atas serta plat tekan bawah berukuran 40 cm x 40 cm x 0,8 cm. Antara masing-masing plat atas dan bawah diberi penyangga berupa plat novotek, dan diikat dengan baut. Elemen pemanas diletakkan diatas permukaan plat tekan atas dan dibawah permukaan plat tekan bawah. Penyangga yang digunakan pada kedua bagian plat atas dan bawah, diatas permukaanya diletakkan plat novotek penahan panas, karena pada waktu elemen pemanas bekerja panas dari plat tekan atas dan plat tekan bawah tidak akan merambat ke plat atas dan bawah, sehingga rugi-rugi panas dapat dikurangi.

Hasil Pembuatan Alat Kempa Panas

Beberapa komponen yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 7, 8, 9, 10, dan 11.



Gambar 7. Pengelasan dan pemasangan rangka



Gambar 8. Pemasangan rangkaian elemen pemanas



Gambar 9. Pemasangan unit penekan atas, bawah dan papan panel



Gambar 10. Assembling keseluruhan



Gambar 11. Pengujian penyebaran panas dengan alat infraret

Data Pengujian

Dalam Penelitian ini data yang diambil dan diamati adalah kemampuan pemanasan alat tanpa menggunakan papan komposit dan kemampuan tekan alat menggunakan serat TKKS kering. Sedangkan pengujian alat menggunakan bahan komposit yang telah jadi belum sempat dilakukan sampai laporan penelitian ini dibuat. Hal ini disebabkan ada beberapa perbaikan dan modifikasi dari alat sebelum dilakukan pengujian dengan menggunakan papan komposit.

1). Kemampuan pemanasan.

Metode yang dilakukan pada uji performa alat kempa panas ini dalam kemampuan pemanasan adalah mengukur kemampuan panas maksimal, kemudian mengatur berapa panas yang diinginkan pada panel listrik dengan menghitung waktu sampai pada suhu yang diinginkan. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Data Suhu dan lama pemanasan

No	Suhu ° C	Waktu (menit)
1	100	18
2	125	25
3	150	35
4	175	48
5	200	57

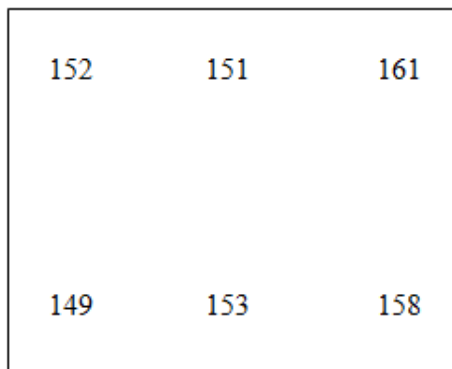
Selanjutnya dilakukan pengukuran penyebaran panas pada plat tekan atas dan plat tekan bawah pada beberapa posisi permukaan plat tekan yang dapat dilihat pada Gambar 12, 13, 14, dan 15. Pengukuran dilakukan pada suhu plat tekan 100 °C, 125°C, 150 °C, dan 175°C.

100	99	106
101	98	103

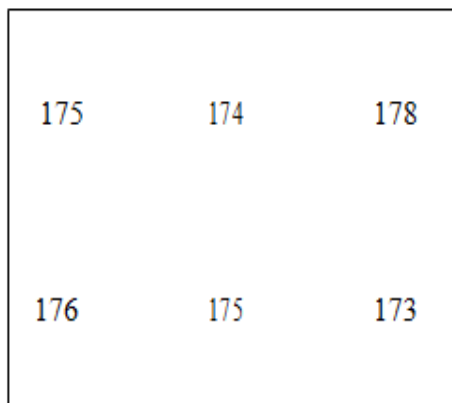
Gambar 12. Penyebaran panas pada plat tekan atas (100 °C)

123	128	125
127	125	124

Gambar 13. Penyebaran panas pada pelat tekan bawah (125 °C)



Gambar 14. Penyebaran panas pada pelat tekan atas (150 °C)



Gambar 15. Penyebaran panas pada pelat tekan bawah (175 °C)

2). Kemampuan Penekanan

Kemampuan tekan dari alat kempa dilakukan dengan menggunakan bahan serat TKKS yang diletakkan diantara rongga permukaan plat tekan atas dan plat tekan bawah. Jarak rongga sebelum ditekan adalah 22 cm, dan tebal bahan serat TKKS sebelum dikempa adalah 20 cm. Kerapatan dari papan yang diinginkan adalah $0,8 \text{ gr/cm}^3$, dengan ukuran papan $35 \text{ cm} \times 35 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ maka berat bahan TKKS adalah 980 gr ($\pm 1 \text{ kg}$).

Dari hasil penekanan yang dilakukan, tekanan maksimal yang mampu dilakukan adalah 30 kg/cm^2 . Karena keterbatasan alat penekan (dongkrak hidrolik) untuk mencapai hasil akhir tebal serat TKS 1 cm tidak tercapai, tebal serat TKS yang mampu ditekan adalah 1,8 cm.

Pembahasan

Dari hasil pengujian alat kempa panas didapatkan kemampuan pemanasan maksimal alat yaitu 200°C , keadaan ini belum menggunakan proses penekanan dengan bahan komposit. Dari tabel 1 terlihat untuk mencapai suhu 100°C dibutuhkan waktu 18 menit, dan selanjutnya dari suhu 175°C ke suhu 200°C dibutuhkan waktu 48 menit.

Kemudian kemampuan penyebaran panas dari alat pada permukaan plat tekan untuk suhu 100°C dan suhu 150°C pada plat tekan atas (gambar 14 dan 15) dan

pada tepi kiri dan tengah sudah merata walaupun ada perbedaan $2-3^\circ\text{C}$, tetapi untuk tepi kanan suhu lebih tinggi $2-5^\circ\text{C}$. Hal ini kemungkinan disebabkan susunan elemen yang berupa kawat halus agak menyebar pada waktu dibuat oleh bengkel pesanan. Walaupun begitu proses pemanasan dari elemen pemanas terhadap plat tekan atas dan bawah panasnya hampir merata.

Untuk melihat kemampuan pemanasan maksimal alat perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan bahan komposit yang sudah bercampur antara penguat, matrik dan beberapa bahan tambahan lainnya. Tapi sebelum itu dilakukan dulu kemampuan penekanan alat untuk mengukur batas maksimal kemampuan alat memampatkan bahan sampai ketebalan minimal.

Pengujian kemampuan penekanan alat dilakukan dengan memasukkan serat TKKS kering yang belum dicampur dengan bahan lainnya kedalam rongga antara plat tekan atas dan plat tekan bawah. Dari hasil pengujian ketebalan bahan yang mampu didapatkan adalah 1 cm dari sebelumnya dengan tebal 15 cm, dengan keadaan ini kemampuan penekanan alat maksimal. Karena ketebalan yang diinginkan adalah 1 cm.

Pengujian dengan menggunakan bahan calon papan komposit belum dapat dilakukan sampai laporan penelitian ini dibuat, karena perlu terlebih dahulu penyempurnaan alat terutama sekali bahan penahan panas yang terdapat pada permukaan penyangga perlu diganti dengan bahan yang mampu menahan tekanan yang kuat dan panas yang tinggi tetapi tidak mempengaruhi ukurannya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diperoleh kesimpulan yaitu:

1. Alat kempa panas ini digunakan untuk penelitian skala untuk mendapatkan sifat fisik dan mekanis papan komposit.
2. Ukuran Alat : tinggi rangka 100 cm dan lebar 60 cm, plat tekan dan plat dasar $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times 0,8 \text{ cm}$. Jumlah elemen pemanas 2 buah jenis hot plate, suhu maksimal yang dicapai 200°C , penekan yang digunakan dongkrak 1 buah dengan beban 50 ton.
3. Tekanan maksimal yang mampu dilakukan yaitu 30 kg/cm^2 , tebal serat TKKS yang mampu ditekan dari 15 cm menjadi 1 cm. Penekanan mampu mencapai ketebalan TKKS 1 cm.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Politeknik Negeri Padang yang telah mengizinkan peneliti melakukan penelitian di bengkel dan dilabor Mesin, baik dalam perancangan dan pembuatan komponen alat kempa panas maupun pengujian alat. Begitu juga kepada teman-teman Jurusan Teknik Listrik dan Mesin Politeknik Negeri Padang dan juga kepada mahasiswa bimbingan

Peneliti dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang telah membantu dalam perbaikan dan pembuatan serta pengujian alat kempa panas ini.

Daftar Rujukan

- [1] BRKP (Balai Riset Kelautan dan Perikanan), 2006. *Riset rekayasa alat pembuatan limbah padat pengolahan rumput laut menjadi papan partikel*. <http://www.bbrp2b.dkp.go.id>
- [2] Darmawan.T, Jayadi, Sudijono. 2006. *Modifikasi Alat Pelengkung Kayu Skala Pilot dengan Menggunakan Pemanas*. Jurnal Tropical Wood Science & Technology Vol.4 • No. 1.
- [3] Feryanto. E.N. 2013. Rancang bangun Mesin Cetak Hot Press Pnewmatik. Jurnal Rekayasa Mesin (JRM)., Vol. 1, No.2, tahun 2013
- [4] Haygreen, J.G. and J.L. Bowyer. 1982. *Forest Product and Wood Science; An Introduction*. The Iowa State University Pressing, Ames.Lowa
- [5] Hasrin Lubis, Al Fathir, Abas. 2016. Rancang Bangun Alat Pengongseng Kelapa untuk Pembuatan Bumbu Dapur dengan Menggunakan Pemanas Listrik Temperatur 800⁰C dengan kapasitas 3 kg. Jurnal Polimesin, Vol. 14, No.1. Februari 2016. ISSN: 1693-5462).
- [6] Hillis, W.E; A.N. Rozsa. 1978. *The Softening Temperature of Wood*. Holzforchung 32 (2), 68 – 73.
- [7] Incopera, *Fundamental of Heat transfer*
- [8] Kasim. A, Yumarni dan Fuadi. A. 2007. Pengaruh Suhu dan Lama Pengempaan pada Pembuatan Papan Partikel dari Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Dengan Perekat Gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) Terhadap Sifat Papan Partike. Jurnal Tropical Wood Science and Technology Vol.5 • No. 1 • 2007
- [9] Kollmann,F.F.P and W.A.Cote. 1984. *Principle of wood science and technology*. Volume I: Solid wood. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York and Tokyo
- [11] Rudy. F. 2018. Rancang bangun sistem Pengefresan dengan Pencetak Pnewmatik pada Mesin Press dan Potong untuk Pembuatan Kantong Plastik Ukuran 400 x 550 mm. Jurnal Simetris, Vol.9, No. 2, November 2018. R ISSN. 2252-4983.
- [12] Taufik, R.1993. *Teori dan Proses Permesinan*, Teknik.Mesin, ITB, Bandung.
- [13] Wahyu Dwianto. 2011. Development Of Close System Compression Press Machine and Its Compression Trials. International Confrence Of Indonesia Ferestri Researchers (INAFOR 11E-032)